



TITLE:

直接教示に基づいた環境変動に対するロバスト性と適応性をもつロボットの動作生成法に関する研究(Digest_要約)

AUTHOR(S):

木原, 康之

CITATION:

木原, 康之. 直接教示に基づいた環境変動に対するロバスト性と適応性をもつロボットの動作生成法に関する研究. 京都大学, 2014, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2014-03-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18265>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は2015-03-24に公開; 許諾条件により本文は2018-07-31に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	木原 康之
論文題目	直接教示に基づいた環境変動に対するロバスト性と適応性をもつロボットの動作生成法に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文では、環境変動に対応して柔軟に作業を遂行するロボットの動作を実現することを目的とし、直接教示に基づいた環境変動に対するロバスト性と適応性を持つロボットの動作生成法を提案している。</p> <p>第1章は緒言であり、まず研究の背景を述べロボットに環境変動に対応する動作を教示する重要性を述べた後、次にロボットへの教示、スキル移植に着目した関連研究について述べている。そして、関連研究の課題を基に本研究の目的と研究概要について述べている。</p> <p>第2章では、直接教示で得られる軌道がそもそもロバストであるかを検証するために、どのような軌道が環境変動を含むタスクに対しロバストであるかの評価指標を提案している。また、単純なタスクに対してはこの指標に基づきロバストな軌道の導出ができることを示している。評価指標は環境変動の発生確率を考慮した各作業時の評価値の期待値として算出している。また、軌道をパラメータ空間で表現することで系統的にどのような軌道がロバストであるかを調べることを可能としている。さらに、ロボットを用いた作業として典型的な「ペグはめ作業」に対して提案手法を適用し、直接教示で得られる軌道が最適ではないもののある程度のロバスト性を有していることを示すとともに、最もロバストな軌道の解析的な導出も行っている。また、その解析の妥当性を実機実験によって検証している。</p> <p>第3章では、複数のノミナル軌道を切り替えることで作業をロバストかつ効率的に行う手法を提案している。第2章で提案している手法によって得られる軌道は、単一の軌道であるため環境変動が大きくなると対応できなくなるという問題点があったため、外界センサを用いて環境変動を認識することで軌道を切り替えることを提案している。軌道を切り替える点の抽出と切り替え先となる軌道の決定法の設計指針を提案している。軌道の切り替え点はタスクを失敗する要因となる直前であると述べており、環境変動の発生確率を用いて、ロバスト性を確保した上でタスクの所要時間の期待値が短くなるように軌道を切り替えるのがよいと述べている。これによってロバストかつ高効率な作業を実現できると述べている。この手法をチューブ挿入作業およびプランジャーを有する柔軟ペグはめ作業に適用し、その両方においてロバストかつ高効率な作業が実際に実現できていることを確認している。</p> <p>第4章では先行研究で提案された直接教示データから環境変動に対して適応するためのセンサフィードバック則を抽出する手法について、従来の手法よりさらに統計的性質を有効に活用することで手法の拡張と修正を行っている。先行研究の手法は、閾値調整が必要であり、また、力と速度の相関の方向性が十分に考慮されておらず、3</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	木原 康之
<p>出力センサを持つ3自由度のハンドに対してのみ適用可能な手法であった．これに対し，提案手法では，正準相関係数を用いた重み行列を導入することで閾値調整が不要であり，力と速度の相関の方向性が十分に考慮され，より性能の高いセンサフィードバック則が抽出できるように改良されている．また，任意の出力数のセンサを持つ任意の自由度のロボットに対し，適用できるように拡張されている．この改良によって複数のセンサ間，ハンド間の相互作用を考慮できるようになり，従来の手法より複雑な情報を扱えるようになったと言える．そして，提案した手法を先行研究と同じ折り紙ロボット・タスクに適用した結果，提案する手法が従来手法より精度の面で優れる折りが達成できており，提案手法が有効であることを示している．</p> <p>第5章では高難易度の折り紙作品を対象とした直接教示に適した機構を有するロボットの製作について述べている．第4章の実験に用いている折り紙ロボットは直接教示が可能であるものの，教示の容易性を考慮して設計されていないため直接教示が容易であるとは言えない．そこで，新たに直接教示に適した機構としてフローティングマウントを用いた機構を提案している．その際，直接教示が容易である機構の条件として機構透明性とバックドライバビリティを挙げ，また，位置・力再現に有利であることを述べつつその問題点を挙げている．高難易度の作品を対象として，提案した機構を持つ新たな折り紙ロボットを製作し，対象とする折り紙作品が折れることを示し，また，直接教示の容易性として直接教示時により小さな負荷で操作できることと直感的に力を与えることができていないことを示している．さらに，その再生において位置・力ともに良好な再現性を示すことによって提案している機構の有効性を示している．</p> <p>第6章は結論であり，本研究で得られた結果をまとめ，今後の課題および展望について述べている．</p>			